

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001095283 A**

(43) Date of publication of application: **06.04.01**

(51) Int. Cl.
H02P 6/18
H02P 5/41
// H02P 7/00

(21) Application number: **11265824**

(22) Date of filing: **20.09.99**

(71) Applicant: **YASKAWA ELECTRIC CORP**

(72) Inventor: **SEKIOKA KENICHI**

**(54) METHOD OF CONTROLLING CORRECTING OF
FIELD POLE POSITION OF SYNCHRONOUS
MOTOR**

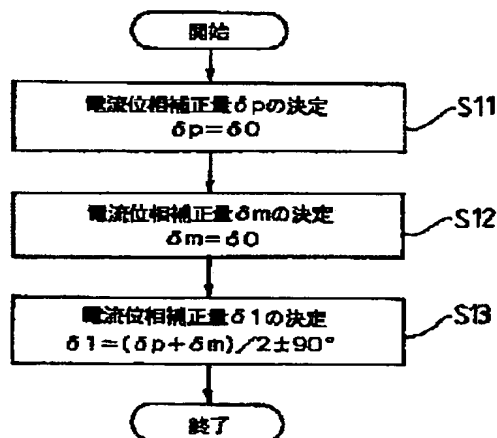
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of controlling the correction of the field pole position of a synchronous motor which can reduce errors in detection of the position of a field pole.

SOLUTION: In this method of controlling the correction of the field pole position of a synchronous motor which obtains a current phase correction δ_0 , by which generated electromagnetic force becomes zero irrespective of the magnitude of an applied current by changing a correction γ of a current phase ρ and decides a current phase correction δ_1 by which generated electromagnetic force becomes maximum, using this δ_0 , and the phase ρ of the current applied from a temporary field pole position θ , both torque commands of the first torque command in the direction of monotonously increasing the electromagnetic force command from 0 to the first object value and the second torque command in the direction of monotonously reducing it are changed monotonously symmetrically each with the time axis of the object value as an axis, and they are changed into the second object value equal in absolute value to the first object value but different in pole from it, symmetrically with a command 0 as an axis, and

again are changed monotonously to 0, and further are changed to the second object value, 0, the first objective value, and 0 utterly reversely to what they used to be, and a current phase correction δ_1 by which the generated power becomes maximum is derived (processing 13) from a current phase correction δ_p , by which the generated electromagnetic force becomes zero obtained from each, \rightarrow (processing 11), and $(\delta_m) \rightarrow$ (processing 12).

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-95283
(P2001-95283A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 2 P 6/18		H 0 2 P 5/41	3 0 3 K 5 H 5 4 0
5/41	3 0 3	7/00	1 0 1 B 5 H 5 6 0
// H 0 2 P 7/00	1 0 1	6/02	3 7 1 S 5 H 5 7 6

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

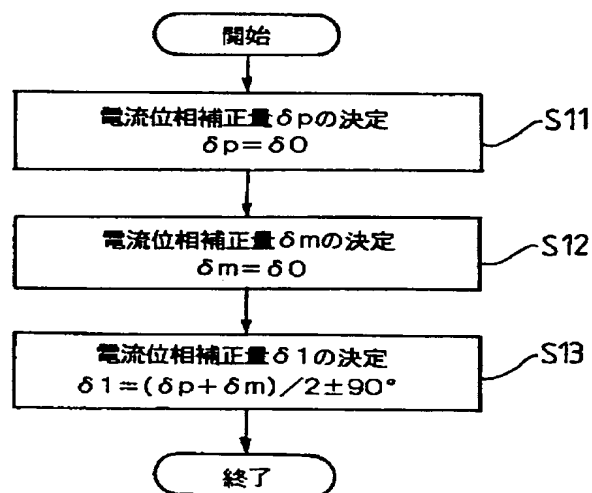
(21) 出願番号	特願平11-265824	(71) 出願人	000006622 株式会社安川電機 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(22) 出願日	平成11年9月20日 (1999.9.20)	(72) 発明者	関岡 賢一 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内
		(74) 代理人	100073874 弁理士 萩野 平 (外4名)
		F ターム (参考)	5H540 BA03 BA05 EE02 FA02 FC10 5H560 BB04 BB12 DA07 DC01 DC12 GG04 TT02 TT15 XA10 5H576 BB09 BB10 DD05 DD10 EE01 EE30 HB01 JJ03 JJ16 JJ25 LL38 LL41 LL60 MM15

(54) 【発明の名称】 同期電動機の界磁極位置補正制御方法

(57) 【要約】

【課題】 界磁極位置検出誤差を減少できる同期電動機の界磁極位置補正制御方法を提供する。

【解決手段】 電流位相 ρ の補正量 γ を変化させて、印加電流の大きさと無関係に発生電磁力が零になる電流位相補正量 $\delta 0$ を求め、この $\delta 0$ を用いて発生電磁力が最大になる電流位相補正量 $\delta 1$ と仮の界磁極位置 θ より印加する電流の位相 ρ を決定する同期電動機の界磁極位置補正制御方法において、0から第1の目標値までの電磁力指令を単調増加させる方向の第1トルク指令と、単調減少させる方向の第2トルク指令の両トルク指令はそれぞれ第1の目標値の時間軸を軸として対称に0まで単調変化させ、指令0を軸として対称に第1の目標値と絶対値が等しい極性の異なる第2の目標値まで変化させ、再び0まで単調変化させ、更に今までと全く逆に第2の目標値、0、第1の目標値、0と変化させ、夫々から求めた発生電磁力が零になる電流位相補正量 $\delta p \rightarrow$ (処理11)、 $(\delta m) \rightarrow$ (処理12) から、発生電力が最大になる電流位相補正量 $\delta 1$ を導出する (処理13)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて、印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta 0$)を、前記発生電磁力の極性を加速度の極性より判定して求め、前記電流位相補正量($\delta 0$)を用いて前記発生電磁力が最大になる電流位相補正量($\delta 1$)を導出し、前記電流位相補正量($\delta 1$)と位置検出器で検出された仮の界磁極位置(θ)より印加する電流の位相(ρ)を決定する同期電動機の界磁極位置補正制御方法において、
 第1の電磁力指令は、0から第1の目標値までの電磁力指令を単調増加させ、第1の目標値の時間軸を軸として対称に0まで単調減少させ、前記電磁力指令0を軸として対称に第1の目標値と絶対値が等しい極性の異なる第2の目標値まで変化させ、再び0まで単調増加させ、更に今までと全く逆に前記電磁力指令を第2の目標値、0、第1の目標値、0と変化させて、求めた印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta 0$)を第1の電流位相補正量(δp)とし、
 第2の電磁力指令は、0から第1の目標値までの電磁力指令を単調減少させ、第1の目標値の時間軸を軸として対称に0まで単調増加させ、前記電磁力指令0を軸として対称に第1の目標値と絶対値が等しい極性の異なる第2の目標値まで変化させ、再び0まで単調減少させ、更に今までと全く逆に前記電磁力指令を第2の目標値、0、第1の目標値、0と変化させ、求めた印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta 0$)を第2の電流位相補正量(δm)として、前記第1の電流位相補正量(δp)および第2の電流位相補正量(δm)を用いて前記発生電磁力が最大となる電流位相補正量($\delta 1$)を導出することを特徴とする同期電動機の界磁極位置補正制御方法。

【請求項2】 印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta 0$)を、前記発生電磁力の極性を加速度の極性より判定して求め、前記電流位相補正量($\delta 0$)を用いて前記発生電磁力が最大となる電流位相補正量($\delta 1$)を導出し、前記電流位相補正量($\delta 1$)と位置検出器で検出された仮の界磁極位置(θ)より印加する電流の位相(ρ)を決定する同期電動機の界磁極位置補正制御方法において、
 電磁力指令の第1の目標値に達する回数が基準となる回数より大きくなれば、印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta 0$)の推定を終了することを特徴とする同期電動機の界磁極位置補正制御方法。

【請求項3】 前記電流位相補正量($\delta 1$)は、 $\delta 1 = (\delta p + \delta m) / 2 \pm 90^\circ$ 、として導出することを特徴とする請求項1記載の同期電

動機の界磁極位置補正制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁極位置センサを有しない同期電動機の制御方法に関し、特に、ソフトウェアによる界磁極位置補正方法を行う同期電動機の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、同期電動機のベクトル制御は、通常、同期電動機では磁極位置センサとしてホール素子によるボールセンサ等の磁極位置センサを取り付けて界磁極位置を検出し、界磁極位置に同期した位相の正弦波電流の振幅および位相の制御を行い電磁力制御を行うものであるが、最近では位置センサを省略したセンサレスのソフトウェアによって界磁極位置推定を行う例が多く、こうした磁極位置センサを有しない同期電動機において界磁極位置を推定し補正する界磁極位置補正方法としては、ソフトウェアにより界磁極位置補正処理を行う特開8-182399に開示されている例がある。その詳細については省略するが、要点について説明すると、印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて、印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta 0$)を、発生電磁力の極性を加速度の極性より判定して求め、この電流位相補正量($\delta 0$)を用いて発生電磁力が最大になる電流位相の補正量($\delta 1$)を導出し、この電流の位相の補正量($\delta 1$)と位置検出器で検出された仮の界磁極位置(θ)より印加する電流の位相(ρ)を決定して同期電動機を制御するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の方式は、例えば、直動形の同期電動機の例で示すと、コイルを含むスライド軸と、そのスライド軸に対して空気軸受けにより非接触状態で支持され、マグネットを有してスライド軸上を移動するスライダとによって構成される、リニヤモータのエアスライダのように、低ガイド摩擦の機構系に対しては有効であった。しかしながら、差分演算より算出する加速度の極性・大きさを判断要素として、電磁力指令を0から第1の目標値間で印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を更新するため、また、0から第1の目標値間の電磁力指令は、単一方向(例えば、正方向のみ)であるため、ガイド摩擦・負荷質量が限定されない汎用的用途の、例えば、リニヤガイド等の軸受が取り付けられた固定側テーブルには固定子(コイル)を配置し、リニヤガイドに沿って固定側テーブル上を直線移動する可動側テーブルには可動子(マグネット)を配置して、位置検出器としては検出ヘッドとスケールを組合わせたリニヤスケール(あるいは、リニヤパルス・エンコーダ)などを設けた、一般的なパルスエンコーダ・リニヤガイド方式のリニヤモータ等の場合は、

界磁極位置検出誤差(δ)が大きくなるという問題が避けられない。界磁極位置検出誤差(δ)については、界磁極位置最大推定回数 n 回の時、電気角 $180^\circ/2^n$ 、として計算できる。例えば、推定回数10回ならば、界磁極位置検出誤差(δ) $=0.18^\circ$ となる。従って、図7に示す界磁極位置検出誤差(δ)の説明図のように、界磁極位置検出誤差(δ)は推定回数が十分であるならば、外乱トルク(例えば、ガイド摩擦や負荷変動)とアンプが流せる最大電流で決定され、発生電磁力が零付近の発生電磁力が外乱トルクに負けた時点が界磁極位置検出誤差(δ)となる。外乱トルク(f_r)、最大電流(i_{max})とすると、位置センサ分解能(位置推定精度)が十分高く、外乱条件だけが異なっていれば、低外乱トルクで $f_r=0$ に近いような機構系に対しては、電流-検出加速度は図中の細実線となる。この場合推定を重ねるにつれて最大推定回数から算出できる界磁極位置検出誤差(δ_1)へ追い込むことができる。図中の、○→●、に相当。

【0004】一方、ある外乱トルク(f_r)の機構系(パルスエンコーダ・リニヤガイド等の場合)に対しては、電流-検出加速度は太実線となるため、発生電磁力が零付近の発生電磁力が外乱トルクに負けた時点が界磁極位置検出誤差(δ_2)となる。図中に、○→▲、に相当。また、位置センサ分解能だけ異なると、その他の条件が同様な機構系ならば、位置センサ分解能が悪い分加速度零の範囲が広くなり、界磁極検出誤差(δ)は大きくなる。図中、○→▲と同様となる。このように、従来の方式では、ガイド摩擦・負荷質量が限定されない汎用的用途においては、界磁極位置検出誤差(δ)が大きくなって、電流位相補正量の推定精度が低下してしまうという問題があった。そこで、本発明は、ガイド摩擦・負荷質量が限定されない汎用的用途においても界磁極検出誤差(δ)を少なくし、また、界磁極位置検出の処理時間を短縮できる同期電動機の界磁極位置補正制御方法を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて、印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量(δ_0)を、前記発生電磁力の極性を加速度の極性より判定して求め、前記電流位相補正量(δ_0)を用いて前記発生電磁力が最大になる電流位相補正量(δ_1)を導出し、前記電流位相補正量(δ_1)と位置検出器で検出された仮の界磁極位置(θ)より印加する電流の位相(ρ)を決定する同期電動機の界磁極位置補正制御方法において、第1の電磁力指令は、0から第1の目標値までの電磁力指令を単調増加させ、第1の目標値の時間軸を軸として対称に0まで単調減少させ、前記電磁力指令0を軸として対称に第1の目標値と絶対値が等しい極性の異なる第2の目

標値まで変化させ、再び0まで単調増加させ、更に今までと全く逆に前記電磁力指令を第2の目標値、0、第1の目標値、0と変化させて、求めた印加する電流の大きさに関わらず発生電磁力が零になる電流位相補正量(δ_0)を第1の電流位相補正量(δ_p)とし、第2の電磁力指令は、0から第1の目標値までの電磁力指令を単調減少させ、第1の目標値の時間軸を軸として対称に0まで単調増加させ、前記電磁力指令0を軸として対称に第1の目標値と絶対値が等しい極性の異なる第2の目標値まで変化させ、再び0まで単調減少させ、更に今までと全く逆に前記電磁力指令を第2の目標値、0、第1の目標値、0と変化させ、求めた印加する電流の大きさに関わらず発生電磁力が零になる電流位相補正量(δ_0)を第2の電流位相補正量(δ_m)として、前記第1の電流位相補正量(δ_p)および第2の電流位相補正量(δ_m)を用いて前記発生電磁力が最大となる電流位相補正量(δ_1)を導出することの特徴としている。

【0006】また、印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量(δ_0)を、前記発生電磁力の極性を加速度の極性より判定して求め、前記電流位相補正量(δ_0)を用いて前記発生電磁力が最大となる電流位相補正量(δ_1)を導出し、前記電流位相補正量(δ_1)と位置検出器で検出された仮の界磁極位置(θ)より印加する電流の位相(ρ)を決定する同期電動機の界磁極位置補正制御方法において、電磁力指令の第1の目標値に達する回数が基準となる回数より大きくなれば、印加する電流の位相(ρ)の補正量(γ)を変化させて印加する電流の大きさにかわらず発生電磁力が零になる電流位相補正量(δ_0)の推定を終了することの特徴としている。また、前記電流位相補正量(δ_1)は、 $\delta_1 = (\delta_p + \delta_m) / 2 \pm 90^\circ$ 、として導出することの特徴としている。関わらず発生電磁力が零になる両方向の電流位相補正量(δ_p 、 δ_m)を $(\delta_p + \delta_m) / 2$ と平均化することにより、各方向の外乱(例えば、ガイド摩擦)の影響による界磁極位置検出誤差(δ)をキャンセルし、発生電磁力が最大になる電流位相補正量(δ_1)の導出精度を高めることができる。あるいは、設定界磁極位置推定回数内の電磁力指令の状態に応じて、早い回でも界磁極位置推定を終了することにより、界磁極位置推定処理時間を短縮することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。図1は本発明の実施の形態に係る同期電動機の界磁極位置補正制御方法による電流位相補正量(δ_1)の導出処理のフローチャートである。図2は図1に示す界磁極位置補正制御方法が適用される同期電動機のベクトル制御回路のブロック図である。図3は図1に示す電流位相補正量(δ_0)を決定する処理

のフローチャートである。図4は図3に示す位相補正量の更新処理のフローチャートである。図5は図3に示すトルク指令が単調増加の場合の生成方法を示す図である。図6は図5に示すトルク指令が単調減少の場合の生成方法を示す図である。図7は従来の界磁極位置検出誤差(δ)の説明図である。図1は、本発明の、印加する電流の大きさに関わらず発生電磁力が零になる電流位相補正量($\delta p = \delta 0$ 、 $\delta m = \delta 0$)から、発生電磁力が最大になる電流位相補正量($\delta 1$)を導出する処理のフローチャートである。図1中の、(処理11)後述するトルク指令*i*関数

$$f(t) = i_{max} / t_{lmax} * t$$

により、後述する電流位相補正量($\delta 0$)の推定方法で、図5に示すような0から第1の目標値までのトルク指令が単調増加の場合の第1の電流位相補正量(δp)を決定する。 $\delta p = \delta 0$ とする。次に処理12へ進む。

(処理12) 後述するトルク指令*i*関数

$$f(t) = -i_{max} / t_{lmax} * t$$

により後述する電流位相補正量($\delta 0$)の推定方法で、図6に示すような0から第1の目標値までのトルク指令が単調減少の場合の第2の電流位相補正量(δm)を決定する。 $\delta m = \delta 0$ とする。処理13へ進む。

(処理13) 印加する電流の大きさによらず発生トルクが0になる、第1、2の各電流位相補正量(δp 、 δm)から最大トルクが得られる電流位相補正量 $\delta 1$ を、 $\delta 1 = (\delta p + \delta m) / 2 \pm 90^\circ$ 、として求める。電流位相補正量 $\gamma = 0^\circ$ の時に、加速度Acc3の符号により次の組み合わせが考えられる。

(1) Acc3 ≥ 0 の時

$$\delta 1 = (\delta p + \delta m) / 2 - 90^\circ$$

(2) Acc3 ≤ 0 の時

$$\delta 1 = (\delta p + \delta m) / 2 + 90^\circ$$

なお、 δp と δm は必ず 0° と 180° の間で求まる。以上で処理を終了する。

【0008】次に、図2は、本発明が適用される同期電動機(3相)のベクトル制御による駆動装置の回路構成を表わすブロック図である。図中のエンコーダ7は同期電動機6の回転位置を検出する。マイクロプロセッサ1は、トルク指令*i*とカウンタ8で検出された同期電動機6の位置*x*を用いて演算を行い、2相の電流指令*Iu*、*Iv*を、それぞれD/A変換機2、3によってデジタル/アナログ変換して2相/3相変換回路4に出力する。2相/3相変換回路4は、入力した2相の電流指令を3相の電流指令*Iu*、*Iv*、*Iw*に変換して、パワーアンプ5を制御する。パワーアンプ5は、これら3相の電流指令*Iu*、*Iv*、*Iw*に対応した電流を同期電動機6に供給して同期電動機6を駆動する。なお、以降は説明の都合上、回転形の同期電動機を例として説明するが、直動形の場合でも同じであって、同期電動機6が直動形の同期電動機(リニアモータ)の場合は、エンコーダ7が

リニアエンコーダとなり、センサレスならばホールセンサ等を省略して、例えば、本実施の形態のようなソフトウェアの界磁極位置推定により磁極位置が検出できたら、リニアエンコーダの位置検出信号*x*により、マイクロプロセッサ1は電流指令を出力して、座標変換回路よりゲートパルス発生回路を介しパワーアンプ5を制御して原点復帰を行い、3相電流によりリニアモータ6を運転・駆動することになる。

【0009】次に、印加する電流の大きさに関わらず発生電磁力が零になる電流位相補正量 $\delta 0$ の推定方法を図3のフローチャートを参照しながら説明する。

(処理21) 初期値を設定する。すなわち、電流位相補正量 $\gamma = 0^\circ$ 、推定回数*j* = 1、時間*t* = $-m * \Delta t$ ($= t - 1$)、最大推定回数*j*_{max}、トルク指令*i*が*i*_{max}になる時間*t*_{lmax}、時間*t* = *t*_{lmax}となる回数*j*₀ = 0、時間*t* = *t*_{lmax}となる最大回数*j*_eとする。但し、*m*は正の整数、*j*_eは $3 \sim 4 < j_e < j_{max}$ である。時間*t*は、トルク指令*i*の計算や加速度の測定などの処理の基準時間である。処理22に進む。

(処理22) 後述の方法でトルク指令*i*を計算する。処理23に進む。

(処理23) 時間*t*を判定する。以下それぞれ、*t* = 0の場合、処理24に進む。*t* = $k * \Delta t$ の場合、処理26に進む。*t* = *t*_{lmax}の場合、処理28に進む。*t* = *t*₈ (*t*₈ = $8 * t_{lmax}$)の場合、処理33に進む。その他は、処理32に進む。ただし、*k*は正の整数で、 $k * \Delta t < t_{lmax}$ である。*t*_{lmax}はトルク指令*i*が*i*_{max}になる時間である。

(処理24) 加速度Acc1を測定する。処理25に進む。

(処理25) 加速度Acc1の絶対値と予め設定している加速度Acc2 (> 0)を比較して、大きい方を基準加速度Acc0 (> 0)とする。処理32に進む。

(処理26) 加速度Acc3を測定する。処理27に進む。

(処理27) 加速度Acc3の絶対値と基準加速度Acc0を比較する。 $|Acc3| \geq Acc0$ ならば処理30へ、そうでないときは処理32に進む。

(処理28) 加速度Acc3を測定する。処理29に進む。

(処理29) 時間*t* = *t*_{lmax}となる回数*j*₀を更新する。*j*₀ = *j*₀ + 1とする。処理30へ進む。

(処理30) 後述の方法で電流位相補正量 γ を更新する。処理31に進む。

(処理31) トルク指令*i*を作成する基準時間*t*₁を求める。*t*₁ = *t*とする。ここで、*t*は加速度Acc3の絶対値が基準加速度Acc0より大きくなった時間か、*t*_{lmax}である。処理32に進む。

(処理32) 時間を更新する。*t* = *t* + Δt とする。処

理22に進む。

(処理33) 時間を初期値に戻す。 $t = -m * \Delta t$ とする。処理34に進む。

(処理34) 時間 $t = t_{lmax}$ となる回数 j_0 と、時間 $t = t_{lmax}$ となる最大回数 j_e を比較する。

(処理35) 推定回数 j と最大推定回数 j_{max} とを比較する。 j が j_{max} より小さい時は処理36へ、そうでない時は処理37へ進む。

(処理36) 推定回数 j を更新する。 $j = j + 1$ とする。処理22へ進む。

(処理37) 印加する電流の大きさに関わらず発生電磁力が零になる電流位相補正量(δ_0)を決定する。処理を終了する。

【0010】次に、図4により電流位相補正量 γ を更新する方法を説明する。

(処理41) 推定回数 j を判定する。 $j = 1$ の場合は処理42に、 $j = 2 \sim j_{max}$ の場合は、処理45に進む。なお、図3の説明より $j > j_{max}$ になることはない。

(処理42) 加速度 $Acc3$ の符号を調べる。 $Acc3 \geq 0$ の場合は、処理43に進む。 $Acc3 < 0$ の場合は、処理44に進む。

(処理43) 正の加速度が得られる限界値(以下、正の限界値と略す) γ_p 、負の加速度が得られる限界値(以下、負の限界値と略す) γ_m を初期化する。 $\gamma_p = 0^\circ$ 、 $\gamma_m = 180^\circ$ とする。なお、 γ_p は加速度 $Acc3 \geq 0$ と判断した時の δ_0 にもっとも近い電流位相補正量 γ を入れる。 γ_m は加速度 $Acc3 < 0$ と判断した時の δ_0 のもっとも近い電流位相補正量 γ を入れる。

(処理44) 正の限界値 γ_p 、負の限界値 γ_m を初期化する。 $\gamma_p = 180^\circ$ 、 $\gamma_m = 0^\circ$ とする。処理48に進む。

(処理45) 加速度 $Acc3$ の符号を調べる。 $Acc3 \geq 0$ の場合は、処理46に進む。 $Acc3 < 0$ の場合は、処理47に進む。

(処理46) 正の限界値 γ_p を更新する。 $\gamma_p = \gamma$ とする。処理48に進む。

(処理47) 負の限界値 γ_m を更新する。 $\gamma_m = \gamma$ とする。処理48に進む。

(処理48) 次に使用する電流位相補正量 γ を計算する。 $\gamma = (\gamma_p + \gamma_m) / 2$ とする。処理を終了する。

【0011】次に、図5、図6をもとにトルク指令 i を発生させる方法を述べる。時間の区切り $t_2 \sim t_8$ は、処理31で決まった $t_1 = t$ をもとに次のように決める。

$$t_2 = 2 * t_1$$

$$t_3 = 3 * t_1$$

$$t_4 = 4 * t_1$$

$$t_5 = 5 * t_1$$

$$t_6 = 6 * t_1$$

$$t_7 = 7 * t_1$$

$$t_8 = 8 * t_1$$

トルク指令 i は以下のように決定する。 $t - 1 \leq t < 0$ の時は、 $i = 0$ とする。 $t - 1 = -m * \Delta t$ である。 $0 \leq t \leq t_1$ の時は、 $i = f(t)$ とする。図5および図6は、 $f(t)$ として1次関数(点線、実線)を用いた例で、図5は、0から第1の目標値までのトルク指令が単調増加の場合の電流位相補正量(δ_p)を算出する場合であり、先述のように、図1の(処理11)の時のトルク指令(第1の電磁力指令)である。

$$f(t) = i_{max} / t_{lmax} * t$$

【0012】図6は、0から第1の目標値までのトルク指令が単調減少の場合の電流位相補正量(δ_m)を算出する場合であり、これは、図1の(処理12)の時のトルク指令(第2の電磁力指令)である。

$$f(t) = -i_{max} / t_{lmax} * t$$

トルク指令は、図5、図6で夫々逆方向に、0から第1の目標値までの電磁力指令を単調変化させ、第1の目標値の時間軸を軸として対称に0まで単調変化させ、電磁力指令0を軸にして対称に第1の目標値と絶対値が等しい極性の異なる第2の目標値まで変化させ、再び0まで単調変化させ、更に今までと全く逆に電磁力指令を第2の目標値、0、第1の目標値、0と変化させる。また、 t が t_{lmax} になる前に $|Acc3| > Acc0$ となった場合は、 $t_1 = t_1'$ ($< t_{lmax}$)とし、今度は実線カーブで示すように、トルク指令 i の目標値の絶対値は、時間 t_1 におけるトルク指令 i_{mid} ($< i_{max}$)となる。また、この場合は、トルク指令 i を与える時間は、 $8 * t_{lmax} + t - 1$ 、から、 $8 * t_1' + t - 1$ 、となり短縮される。以上、ここまで回転形の同期電動機について説明したが、直動形の同期電動機であっても、トルクを推力に置き換えて、界磁極位置の推定・補正処理が同様に可能であり、本実施の形態によって、回転形、直動形の動機電動機の何れを問わず高精度の界磁極推定処理が可能となった。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、印加する電流の大きさに関わらず発生電磁力が零になる両方向の電流位相補正量(δ_p 、 δ_m)を平均化することで各方向の外乱(例えば、ガイド摩擦)の影響による界磁極位置検出誤差(δ)をキャンセルして、発生電磁力が最大になる電流位相補正量(δ_1)を導出することにより、ガイド摩擦・負荷質量に限定されない汎用的用途においても界磁極検出誤差(δ)を少なくできる効果がある。また、設定界磁極位置推定回数内の電磁力指令の状態に応じて、磁極位置推定を終了することにより、推定回数の早い段階で電流位相補正量を推定した場合でも、設定界磁極位置推定回数までの余分な推定処理を実行せずに終了することにより、界磁極位置推定処理時間を短縮できる効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る同期電動機の界磁極位置補正制御方法による電流位相補正量($\delta 1$)の導出処理のフローチャートである。

【図2】図1に示す界磁極位置補正制御方法が適用される同期電動機のベクトル制御回路のブロック図である。

【図3】図1に示す電流位相補正量($\delta 0$)を決定する処理のフローチャートである。

【図4】図3に示す位相補正量の更新処理のフローチャートである。

【図5】図3に示すトルク指令が単調増加の場合の生成方法を示す図である。

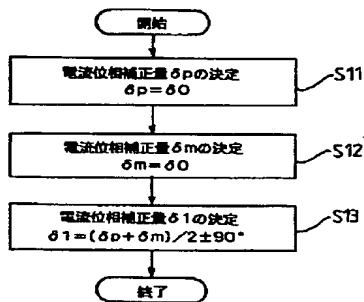
*【図6】図5に示すトルク指令が単調減少の場合の生成方法を示す図である。

【図7】従来の界磁極位置検出誤差(δ)の説明図である。

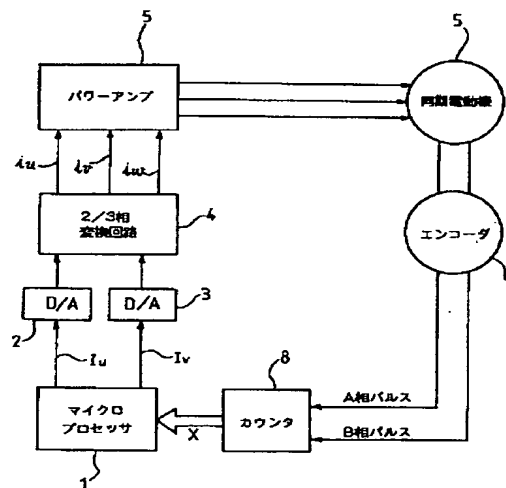
【符号の説明】

- 1 マイクロプロセッサ
- 2、3 D/A変換機
- 4 2/3相変換回路
- 5 パワーアンプ
- 6 同期電動機
- 7 エンコーダ
- 8 カウンタ

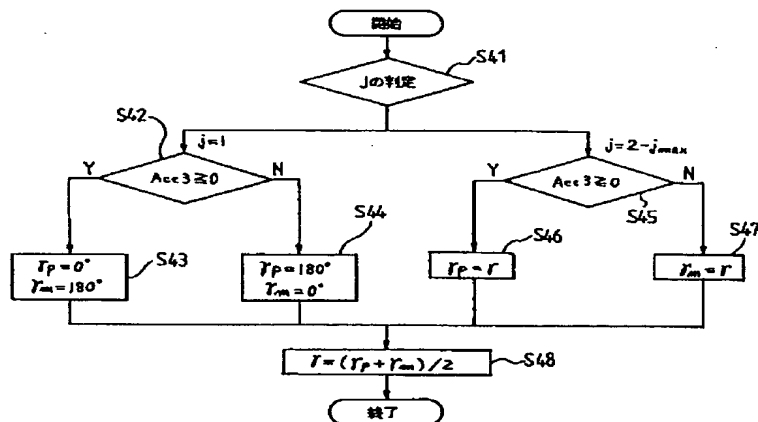
【図1】



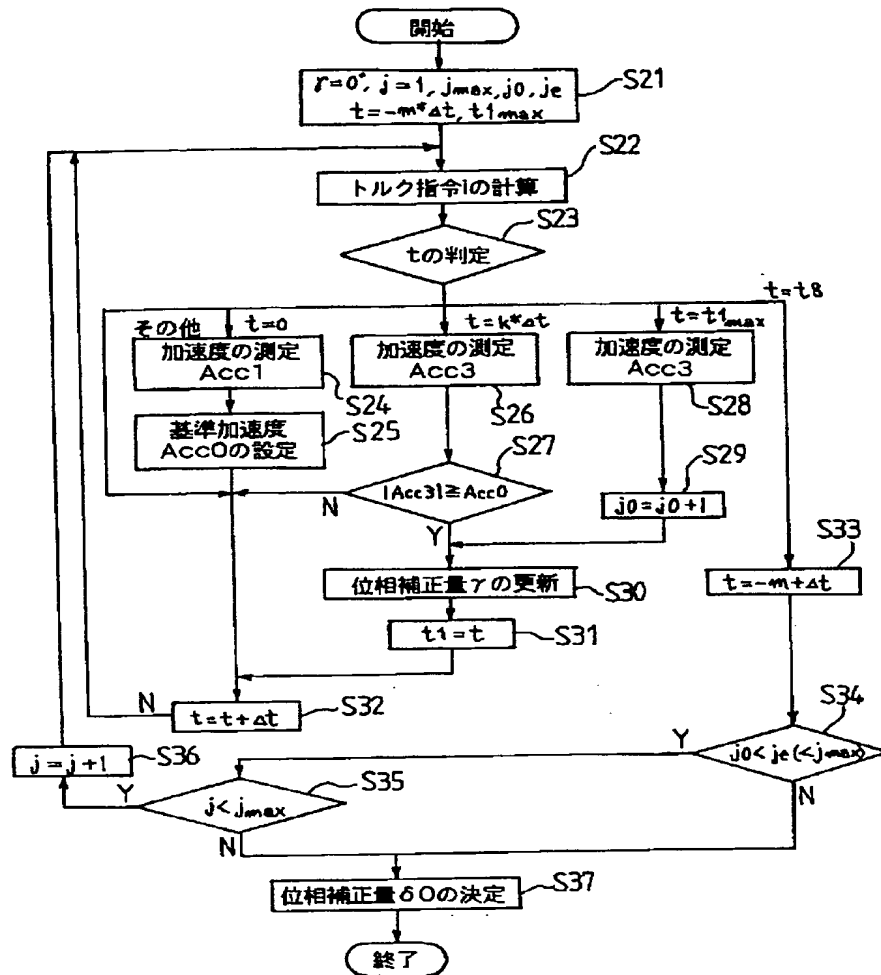
【図2】



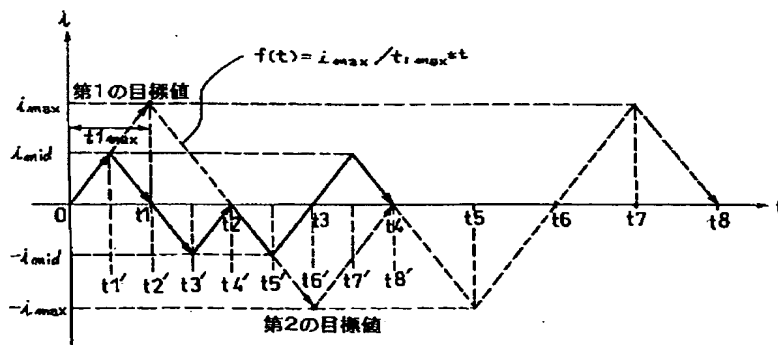
【図4】



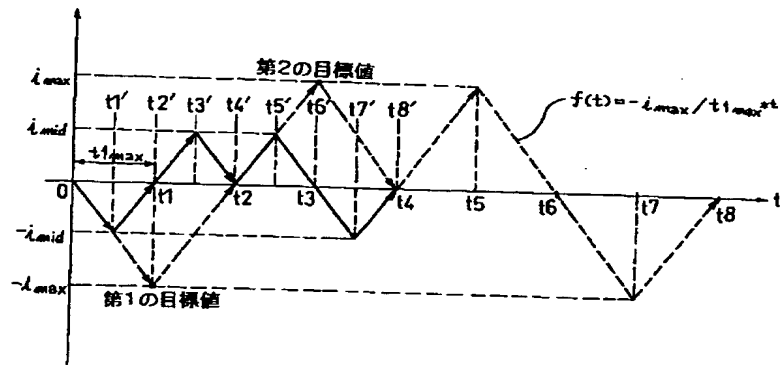
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

